



CITRICOS

Nuevos Patrones de Agrios Enanizantes y Semi-enanizantes

Juan Bta. Forner Valero

INSTITUTO VALENCIANO DE INVESTIGACIONES AGRARIAS.
MONCADA (VALENCIA)



El tamaño de los árboles viene determinado por múltiples factores, tales como el patrón y la variedad injertada, condiciones de suelo y clima, estado sanitario, etc. Es bien conocido, por ejemplo, que la variedad Clausellina injertada sobre citrange Troyer da lugar a árboles de pequeño tamaño (poco más de 1 m), mientras que la mayor parte de las restantes variedades, sobre este mismo patrón y en las mismas condiciones ecológicas, dan lugar a árboles que pueden sobrepasar los 3 m. de altura. También es bien conocido el hecho de que los árboles crecen tanto más cuanto mayor es el espesor de suelo disponible.

El cultivo de árboles de tamaño reducido, presenta indudables ventajas derivadas, fundamentalmente, de una reducción de los gastos de cultivo. En efecto, los árboles de pequeño tamaño permiten una recolección más fácil, una menor poda y una mayor facilidad para realizar los tratamientos fitosanitarios. No es preciso insistir más acerca de su interés, si tenemos en cuenta que, además, con este tipo de árboles se puede obtener una mayor productividad por unidad de superficie, respecto a los tradicionales, realizando plantaciones de alta densidad.

PROCEDIMIENTOS PARA REDUCIR EL TAMAÑO DE LOS ÁRBOLES

La fuerte competencia internacional y el incremento del coste de la mano de obra, que se ha producido en los países desarrollados durante los últimos años, ha obligado a buscar procedimientos que les permitan una mayor competitividad de sus explotaciones; siendo la reducción del

tamaño de los árboles uno de los más interesantes.

Por todo ello, se están estudiando actualmente los siguientes procedimientos para reducir el tamaño de los árboles:

- **Utilización de productos químicos, inhibidores de la síntesis de giberelinas.** Este procedimiento no está dando buenos resultados hasta ahora, ya que, si bien se consigue re-

Fig. 1. Árboles de Okitsu sobre Carrizo (derecha) y sobre el 03015 (izquierda) de 7 años de edad.

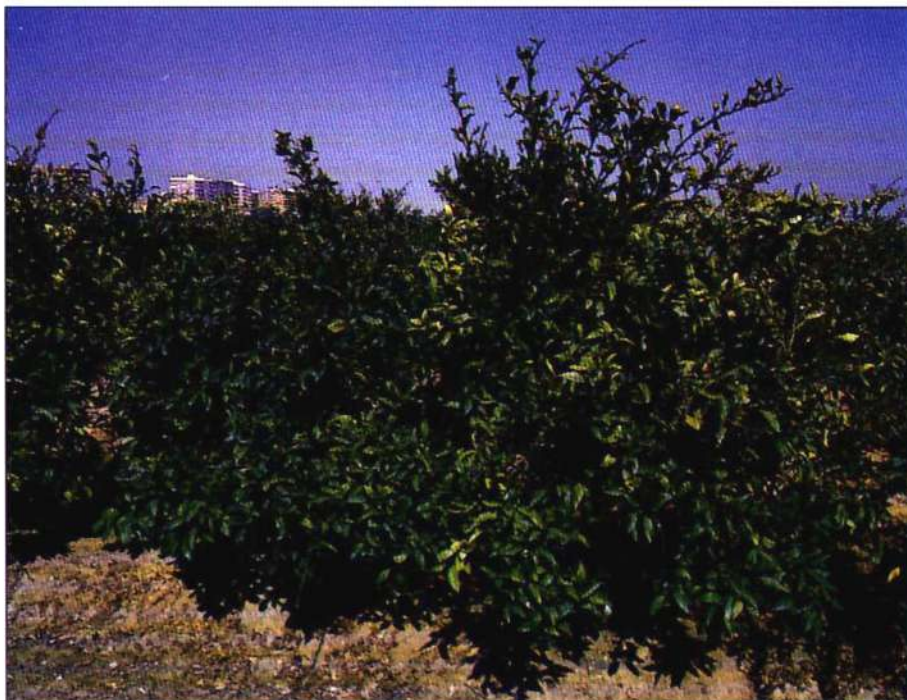




Fig. 2. Arbol de Lane Late/Navelina/03015, de 12 años de edad (flecha), rodeado de árboles de Lane Late/c. Carrizo de 8 años, en un terreno con la capa freática muy próxima a la superficie y sin drenaje.

ducir el crecimiento, se reduce paralelamente la producción. Además, en caso de que se encontrara un producto químico eficaz, siempre requeriría la realización de unos tratamientos, con el consiguiente incremento de los costes de producción.

- **Inoculación con cepas de exocortis.** Uno de los efectos que puede producir el viroide de la exocortis es la reducción del tamaño de los árboles, con mayor o menor intensidad según la cepa del viroide y el patrón utilizado. Este procedimiento tiene el inconveniente de utilizar un agente patógeno. Ello comporta importantes riesgos que no se deben olvidar. Por un lado, se puede introducir la enfermedad en zonas donde no existía y, por otro, pueden producirse mutaciones del viroide que le hagan adquirir una mayor virulencia y ocasionar daños en los árboles inoculados. Carece de sentido impulsar la utilización de variedades exentas de virus y, paralelamente, la de variedades inoculadas con un agente patógeno, transmisible por injerto y por herramientas de poda y de reco-

lección, que puede ocasionar graves perjuicios económicos.

- **Utilización de injertos intermedios.** Consiste en injertar sobre el patrón una especie o variedad determinada y, posteriormente, injertar sobre esta última la variedad que se desea cultivar y que constituirá la copa. Aunque en la mayor parte de los casos, la madera intermedia ejerce un escaso o nulo efecto sobre el crecimiento del árbol, algunos injertos intermedios, con determinados patrones, provocan una cierta reducción del crecimiento. Así, por ejemplo, los injertos intermedios de "Flying dragon" provocan una reducción del crecimiento de un 30 % aproximadamente, cuando el patrón es c. Carrizo, pero carecen de este efecto cuando el patrón es *C. volkameriana* (Castle, 1992). Sin embargo, la producción de plantones con madera intermedia encarece su precio y habría que estudiar si compensa este incremento de precio con las ventajas que posee en el campo este tipo de árboles.

Una variante que estamos estu-

diando también, es la utilización de **segmentos de corteza intermedia**. Consiste en injertar en el tronco o en las ramas principales, un anillo de corteza de alguna especie o variedad determinada. Su interés radica en que, en el caso de resultar eficaz, podría ser utilizado, tanto en vivero como en árboles jóvenes ya plantados en el campo.

- **Utilización de patrones** que, de una forma natural, reduzcan el tamaño de los árboles. Este procedimiento es, sin duda alguna, el mejor.

Hace ya más de 40 años, en parcelas experimentales de patrones, en California, llamó la atención que algunos de los patrones ensayados daban lugar a árboles de menor tamaño que el naranjo dulce utilizado como comparación. Se sugirió entonces la posibilidad de utilizar tales patrones para cultivar naranjos en pequeños jardines o, incluso, en el interior de las viviendas, terrazas, etc. Pero no parecía que estos patrones pudieran tener interés para plantaciones comerciales, ya que los agricultores preferían los árboles grandes y vigorosos (Bitters, 1950). Sin embargo, las circunstancias actuales son diferentes y han obligado a un cambio de criterios.

Actualmente, los patrones se agrupan en las cuatro categorías siguientes, en función del tamaño de árbol que inducen:

- **Estándar.** En nuestro caso podrían ser el citrange Carrizo o el mandarino Cleopatra.

- **Subestándar.** Son los patrones que dan lugar a árboles cuya altura es el 75 % del estándar.

- **Semienanizantes.** Dan lugar a árboles con el 50 % de la altura de los primeros.

- **Enanizantes.** Los árboles sobre estos patrones alcanzan una altura que es el 25 % del estándar.

Si consideramos una altura de 4 m para un patrón estándar, los res-

tantes tipos de patrones alcanzarían, respectivamente, 3 m, 2 m y 1 m

Hasta hace poco tiempo, en los agrios, el único patrón verdaderamente enanizante conocido, con posibilidades agronómicas de utilización, era el *Poncirus trifoliata* var. *monstrosa* (T. Ito) Swing., más conocido como "Flying dragon". Este patrón da lugar a árboles de poco más de 1 m de altura con las variedades que podríamos denominar normales y, con altas densidades de plantación, permite obtener excelentes cosechas. En España es de poco interés, ya que es una variedad botánica del *P. trifoliata* y presenta sus mismos inconvenientes: es muy sensible a la caliza y a la salinidad.

Por otro lado, al sembrar semillas de algunos patrones tradicionales como los citrangeros Troyer y Carrizo, se obtienen algunas plantas tetraploides que, posteriormente, dan lugar a árboles de menor tamaño. Este tipo de patrones se está también estudiando actualmente. Sin embargo, no parece que vayan a tener interés porque no parecen ser muy productivos.

LA MEJORA GENÉTICA DE PATRONES EN ESPAÑA

En la primavera de 1974, el autor inició un proyecto de mejora genética de patrones, mediante hibridaciones dirigidas, en el Centro Regional de Investigación y Desarrollo Agrario nº 7 (CRIDA 07) del I.N.I.A. de Burjasot (Valencia), actualmente Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (I.V.I.A.) de Moncada (Valencia). Tres años más tarde, en febrero de 1977, se incorporó D. Antonio Alcaide. Más recientemente, en enero de 1994, se ha incorporado un equipo especialista en nematodos, dirigido por la Dr.^a Soledad Verdejo, del Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (I.R.T.A.) del Centro de Cabrils (Barcelona).

Las razones para abordar este proyecto son bien conocidas. Los patrones que se utilizaban entonces no satisfacían adecuadamente todas nuestras necesidades. Tampoco hoy día, con la utilización de otros patrones, se han podido solucionar los problemas. Entre otros inconvenien-

tes, los citrangeros Troyer y Carrizo y el citrumelo 4475 son sensibles a la caliza y a la salinidad y el mandarino Cleopatra y el *C. volkameriana* son sensibles a *Phytophthora* spp. Además, en el ámbito internacional, no existía ningún patrón tolerante a tristeza que presentara un comportamiento agronómico más adecuado a nuestras necesidades.

Como consecuencia de estos trabajos, se han obtenido unos patrones con mejor comportamiento que los actualmente utilizados, algunos de los cuales poseen, además, efecto enanizante o semienanizante.

METODOLOGÍA SEGUIDA PARA LA MEJORA GENÉTICA DE PATRONES

En los agrios, es posible la hibridación interespecífica y, en muchos casos la intergenérica. Por ello, de todos los procedimientos de mejora genética conocidos en 1974, la obtención de híbridos entre genitores que tuvieran los caracteres deseados, era el más prometedor. Los principales genitores que se utilizaron fueron el *Poncirus trifoliata*, el citrange Troyer, los mandarinos común, Cleopatra y King y el *Citrus volkameriana*, aunque también se hicieron algunas hibridaciones con naranjo amargo y limonero Verna (Forner y Alcaide, 1993 y 1994).

Actualmente existen metodologías que permiten reunir, en un solo núcleo celular, los cromosomas de dos plantas pertenecientes a géneros o especies diferentes. Es lo que se conoce como "fusión de protoplastos". Esta técnica fue desarrollada en Japón en 1985. Aunque posee un indudable interés, ya que permite reunir en una sola célula el material genético de géneros o especies sexualmente incompatibles, tiene el inconveniente de que no crea variabilidad genética, es decir, entre dos genitores A y B solo cabe una posi-

Fig. 3. Absorción de cloro por los patrones citrange Carrizo, híbrido 03015 y mandarino Cleopatra.

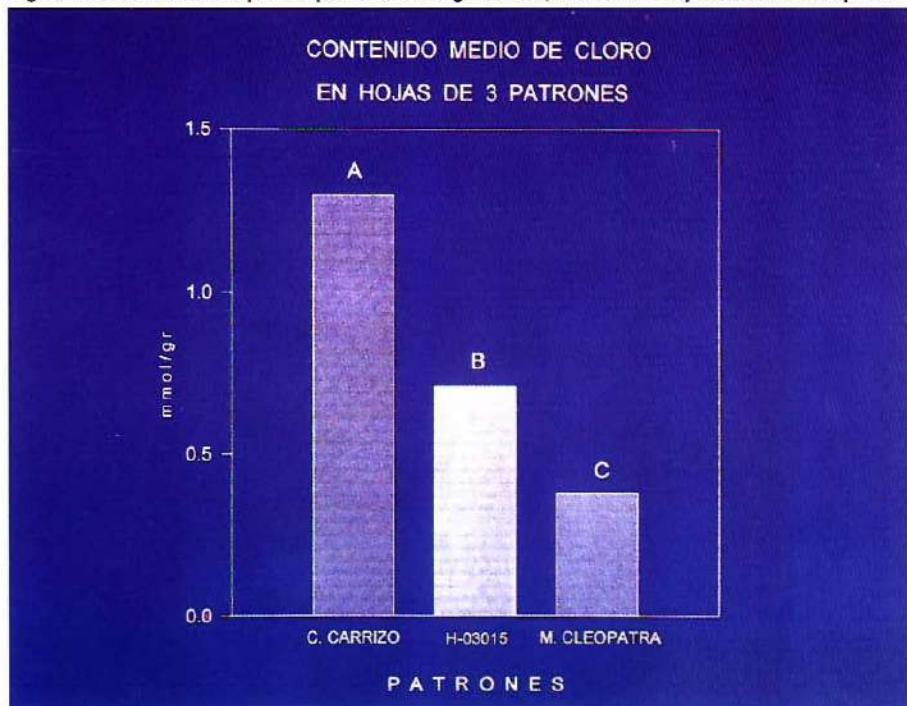




Fig. 4. Árboles de Navelina sobre patrón 020418, de 16 años de edad.



Fig. 5. Los obtentores de los nuevos patrones, Juan Forner (izquierda) y Antonio Alcaide (derecha), con racimos de frutos de Navelina sobre el patrón enanizante híbrido 020418.

bilidad: $A(2x) + B(2x) = C(4x)$. Por ello, cuando hay compatibilidad sexual, el método de hibridación tradicional sigue siendo el mejor, ya que sus posibilidades de recombinación son infinitas.

La transferencia o transformación génica (más conocida como "ingeniería genética"), ya desarrollada en algunas especies hortícolas,

está todavía iniciándose en los agrios.

La exposición detallada de la metodología que hemos seguido para la obtención de los híbridos y para el estudio y evaluación de los mismos, han sido publicados ya anteriormente (Forner y Alcaide, 1993 y 1994).

El problema más importante que

Actualmente existen metodologías que permiten reunir, en un solo núcleo celular, los cromosomas de dos plantas pertenecientes a géneros o especies diferentes.

se presenta en la mejora genética de los patrones de agrios y de otras especies leñosas, aun hoy día, es la evaluación de los híbridos obtenidos. Sea cual sea el procedimiento seguido para obtener un nuevo híbrido, no se conocen procedimientos fiables que permitan determinar, de forma rápida, muchos de los aspectos que condicionan el comportamiento agronómico de un nuevo patrón. Por ello, tales aspectos han de ser estudiados, necesariamente, en campo. Así, por ejemplo, no existen hoy día procedimientos rápidos que permitan evaluar la influencia que ejercerá el patrón sobre la productividad o sobre la calidad de la fruta en las variedades injertadas.

La gran importancia que poseen los aspectos aludidos en el párrafo anterior, hace que el estudio de los nuevos patrones requiera largos períodos de tiempo. Deben establecerse parcelas experimentales, con diseño estadístico, con las principales variedades injertadas y en diferentes condiciones ecológicas, prolongando el estudio de dichas parcelas un mínimo de 15 años.

RESULTADOS: NUEVOS PATRONES DE PRÓXIMA COMERCIALIZACIÓN

Actualmente tenemos en estudio 243 híbridos. El número que hemos obtenido es mucho mayor, pero unos murieron precozmente y otros han

sido desechados por presentar caracteres desfavorables.

Dos híbridos van a ser entregados próximamente a los viveristas autorizados de agrios para su multiplicación comercial. Uno de ellos presenta caracteres agronómicos claramente superiores a los del citrange Carrizo. El otro es enanizante y posee otras cualidades de interés.

Las características de estos dos híbridos son las siguientes:

**MANDARINO CLEOPATRA X
PONCIRUS TRIFOLIATA Nº 5 (03015)**

Teniendo en cuenta el conjunto de sus características, este patrón es, sin duda alguna, el mejor de los obtenidos y estudiados hasta el momento. Lo obtuvimos en 1978. Ha sido ya registrado, al amparo del Reglamento (CE) Nº 2100/94 del Consejo de 27 de julio de 1994 relativo a la protección comunitaria de las obtenciones vegetales, con el nombre de **Forner-Alcaide nº 5**, siendo los propietarios el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (I.N.I.A.) y el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (I.V.I.A.), organismos que han financiado su obtención.

Sus hojas son trifoliadas, caducas. Los frutos son de tipo mandarino, de unos 4-5 cm. de diámetro, piel rugosa y con abundantes semillas poliembriónicas.

Es resistente a tristeza, es decir, que el virus es incapaz de multiplicarse en sus tejidos.

Es más tolerante a la caliza y al encharcamiento que el citrange Ca-

rrizo (Figs. 1 y 2).

Su tolerancia a la salinidad es intermedia entre el c. Carrizo y el mandarino Cleopatra (Fig. 3).

Posee buena resistencia a hongos del género *Phytophthora*.

Es resistente al nematodo de los cítricos (*Tylenchulus semipenetrans* Cobb.).

Puede ser calificado entre semienanizante y subestándar. Árboles adultos de Navelina sobre este patrón, de 15 años de edad, no llegan a alcanzar los 2,5 m de altura y los 3 m de diámetro (Tabla 1). Por ello, deberá plantarse con doble densidad que el Carrizo, es decir, unos 70 árboles/ha (840 árboles/Ha.).

Induce muy buena productividad. Como puede apreciarse en la Tabla 1, la producción obtenida en las dos últimas cosechas (1996/97 y 1997/98) en una parcela experimental de Okitsu, ha sido superior sobre el 03015 que sobre c. Carrizo.

Asimismo, la calidad de la fruta es excelente, aunque muy similar a la inducida por el c. Carrizo. Comparando la calidad de Okitsu (Tabla 1), sobre el 03015 y sobre c. Carrizo, vemos que ambos patrones inducen calidades prácticamente iguales; únicamente los índices de madurez del primero de ellos son superiores a los del segundo.

Es evidente pues que, en todos los aspectos conocidos, el comportamiento agronómico del nuevo patrón híbrido **Forner-Alcaide nº 5** es superior al que presenta el c. Carrizo. Quedan aspectos por conocer, que estamos estudiando, pero ninguno de ellos sería limitante en el caso de

que los resultados fueran desfavorables. Por ello, creemos que este nuevo patrón desplazará al c. Carrizo.

**CITRANGE TROYER X MANDARINO
COMÚN Nº 18 (020418).**

Lo obtuvimos en 1977, y ha sido ya registrado el nombre de **Forner-Alcaide nº 418**.

Posee hojas con un solo foliolo, perennes y en forma de cuchara, muy características. Los frutos son de tipo mandarino, de unos 5 cm. de diámetro, con piel rugosa y con pocas semillas (menos de 10 por fruto), inconveniente que obligará a los viveristas a tener un mayor número de árboles productores de semillas. Las semillas son poliembriónicas.

Es tolerante a la tristeza, incluso a cepas extraordinariamente severas.

Las plantas obtenidas con la siembra de semillas crecen bien, de forma similar a las del citrange Carrizo. Sin embargo, injertadas con Navelina, posee un carácter enanizante: árboles de 16 años de edad alcanzan una altura de poco más de 1 m (Fig. 4). La poda es prácticamente innecesaria. Árboles de diversas variedades del grupo de las Clementinas, sobre este patrón, aunque más jóvenes, también manifiestan ya claramente el enanismo.

Tolera bien la caliza y su tolerancia a la salinidad es intermedia entre la del c. Carrizo y la del mandarino Cleopatra.

Parece ser algo sensible a *Phytophthora* spp.

**TABLA 1. PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DE LA VARIEDAD OKITSU
SOBRE DOS PATRONES. COSECHA 1996.**

PATRONES	COSECHAS	Kg./ARBOL	PESO DEL FRUTO	% ZUMO	º BRIX	ÍNDICE DE MADUREZ
C. CARRIZO	1996/97	17.3	80.3	54.7	8.0	5.0
03015	1996/97	29.4	77.2	55.5	8.5	5.5
C. CARRIZO	1997/98	38.0	99.9	57.4	9.0	7.2
03015	1997/98	47.4	103.4	56.8	8.6	7.5

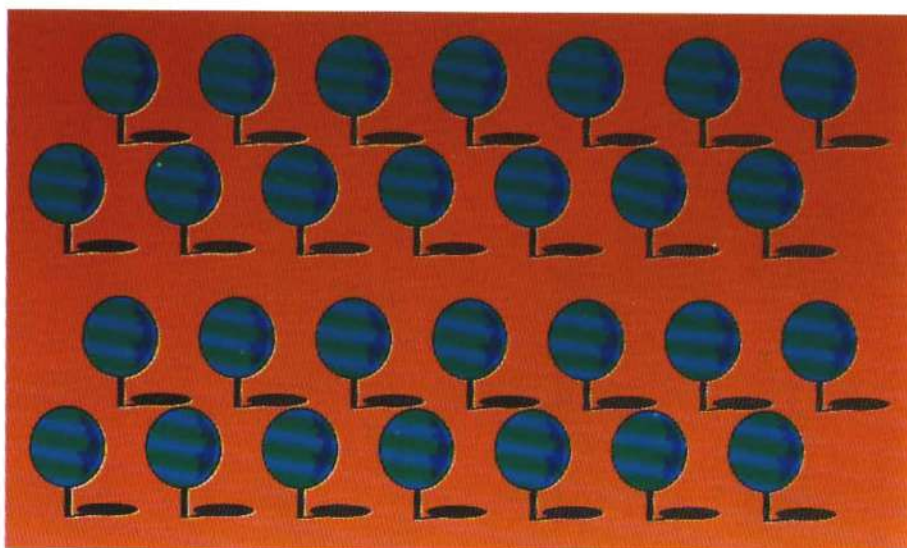


Fig. 6. Forma de plantación de los árboles con patrones enanizantes.



Fig. 7. Árboles de Navelina sobre patrón híbrido 05017 plantados en abril de 1993. Fotografía tomada en diciembre de 1997.

Es sensible al nematodo de los cítricos.

Induce sobre la variedad injertada una buena productividad y una excelente calidad de fruta (Fig. 5). A pesar de que los frutos son de gran tamaño, caen muy poco, aunque hayan alcanzado un alto grado de madurez. Por todo ello, este patrón puede tener un gran interés para variedades de fruto pequeño, así como en áreas sometidas con frecuencia a vientos fuertes, ya que requerirá cortavientos de menor altura.

Para aprovechar todo su poten-

cial productivo, las plantaciones realizadas con este patrón deberán ser de alta densidad, utilizando más de 200 plantas/hanegada (2.400 pl./Ha.). Para conseguir tan alta densidad, sin entorpecer las labores de cultivo y la recolección, los árboles deberán distribuirse en filas pareadas tal como indica la Fig.6.

Además de los dos patrones descritos, tenemos en estudio otros que parecen poseer caracteres muy interesantes. Entre ellos, mencionaremos los siguientes:

CITRANGE TROYER X MANDARINO CLEOPATRA Nº 24 (020324)

Obtenido en 1976, podría sustituir, en el futuro, al mandarino Cleopatra, ya que posee buena tolerancia a la salinidad y a los terrenos calizos.

MANDARINO CLEOPATRA X P. TRIFOLIATA Nº 13 (030113)

Obtenido en 1978, es resistente a tristeza, posee buena tolerancia a la caliza y una tolerancia a la salinidad comparable a la del mandarino Cleopatra.

MANDARINO KING X P. TRIFOLIATA Nº 7 (05017)

Obtenido en 1978, hace pocos años que comenzó a ser estudiado. Es resistente a tristeza y parece poseer un marcado carácter enanizante, con muy precoz entrada en producción (Fig. 7).

Referencias citadas

- Bitters, W. P. 1950. Rootstocks with dwarfing effect. Calif. Agric. 4(2):1-3.
- Castle, W. S. 1992. Rootstock and interstock effects on the growth of young "Minneola" tangelo trees. Proc. Fla. State Hort. Soc. 105:82-84.
- Forner, J. B. y A. Alcaide. 1993. La mejora genética de patrones de agrios tolerantes a tristeza en España: 20 años de historia (I). Levante Agrícola 325:261-267.
- Forner, J. B. y A. Alcaide. 1994. La mejora genética de patrones de agrios tolerantes a tristeza en España: 20 años de historia (II). Levante Agrícola 329:273-279.